Journal of Korea Multimedia Society Vol. 12, No. 10, October 2009(pp. 1450-1456)

디지털 사진 특성을 이용한 휴대전화 증거 분석 방안

신 원†

요 약

정보통신 기술의 발달로 휴대전화는 수많은 기능을 내장하였고, 누구나 손쉽게 사용할 수 있는 환경이 조성되었다. 그러나, 휴대전화의 대표적인 기능인 카메라 기능을 이용하여 기업 내부 정보 유출, 개인 사생활 침해 등의 범죄들이 빈번하게 발생하고 있다. 본 논문에서는 휴대전화 내의 사진 특성 분석을 통한 휴대전화 증거 분석 방안을 제안을 그 목표로 한다. 이를 위하여 디지털 사진에 대한 특성을 분석하고, 휴대전화 모델에 따른 고유의 특성을 데이터베이스화한다. 제안 방안은 디지털 사진을 통하여 휴대전화의 제작사 및 모델을 정확하게 판단함으로써 디지털 증거 자료를 확보하는데 기여할 수 있다.

Analysis for Digital Evidences using the Features of Digital Pictures on Mobile Phone

Weon Shin†

ABSTRACT

By the explosive growth of IT technologies, mobile phones have embedded a lot of functions and everyone can use them with facility. But there are various cybercrimes as invasions of one's privacy or thefts of company's sensitive information using a built-in digital camera function in a mobile phone. In this paper, we propose a scheme for analyzing evidences by digital pictures on mobile phones. Therefore we analyze the features of digital pictures on mobile phones and make databases of characteristic patterns based on the vendor and the model of mobile phone. The proposed scheme will help to acquire digital evidences by providing a better decision of the vendor and/or the model of mobile phone by cybercrime suspects.

Key words: Digital picture (디지털 사진), Mobile phone camera (휴대전화 카메라), Digital forensic (디지털 포렌식), Digital evidence (디지털 증거)

1. 서 론

정보통신 기술의 세계적인 급성장과 유비쿼터스 컴퓨팅의 도래로 모바일 기기가 보편화되고 이에 대한 사용이 폭발적으로 증가하고 있다. 특히, 모바일 기기의 대표주자라 할 수 있는 휴대전화를 통하여 음성 및 영상통화는 물론 사진 및 동영상 촬영, 게임 및 MP3 (MPEG Audio Layer-3) 플레이어, DMB (Digital Multimedia Broadcasting)와 무선 인터넷 접속 등과 같은 다양한 기능들이 탑재되어 누구나 손쉽게 장소에 구애없이 사용할 수 있게 되었다. 그러나 휴대전화 사용자의 폭발적 증가와 새로운 기능의 경쟁적 도입에 따라 이를 이용한 역작용 또한 함께 증가하고 있는 추세이다. 그 중 최근 휴대전화에 기본적으로 탑재되고 있는 디지털 카메라 기능을 이용하여 찍은 사진 또는 동영상이 개인 사생활 침해, 기업 내부의 중요 정보 유출, 음란물 배포 등의 범죄에 사용되는 사례가 해마다 증가하는 것으로 보고되

※ 교신저자(Corresponding Author) : 신원, 주소 : 부산광역시 남구 신선로 179번지(608-711), 전화 : 051)629-1284, FAX : 051)629-1249, E-mail : shinweon@tu.ac.kr

접수일 : 2009년 4월 13일, 수정일 : 2009년 6월 13일
완료일 : 2009년 7월 10일

† 종신회원, 동명대학교 정보보호학과 조교수

고 있다[1].

본 논문은 휴대전화의 디지털 카메라 기능을 통하여 촬영된 사진 이미지의 특성을 분석하여 해당 이미지를 생성한 휴대전화기의 기종을 판별할 수 있는 방안을 제안하고자 한다. 이를 위하여 휴대전화 디지털 카메라의 사진 촬영시 특징을 분석하고 휴대전화 모델 및 제작사별 고유의 특성을 추출하여 패턴정보를 데이터베이스화한다. 여기서, 데이터베이스화된 특정 휴대전화 디지털 카메라의 패턴정보는 촬영된 사진의 특성을 분석하여 사진 이미지의 출처를 분석하면 용의자의 범위를 좁힐 수 있는 증거자료로 활용될 수 있다. 본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 모바일 포렌식 도구에 대한 개요와 관련 연구를 설명하고, 3장에서는 증거 분석 도구 개발에 따른 구현 방법과 실험 결과를 보여준다. 마지막으로 4장 결론에서는 본 연구 내용을 요약하고 향후 연구 방향에 대해 설명한다.

2. 디지털 사진 특성의 포렌식 적용 방안

2.1 모바일 포렌식 개요와 관련 연구

모바일 포렌식 (Mobile Forensic)은 휴대전화, 노트북, PDA (Personal Digital Assistant), PMP (Portable Media Player) 등 모바일 기기와 차량, 선박, 기차, 비행기 등에 장착된 블랙박스 같은 이동장치를 대상으로 하여 범죄나 수사에서 디지털 증거를 수집, 식별, 추출, 보존, 문서화하여 법정에 제출하는 일련의 행위로 정의한다[2]. 모바일 포렌식 도구는 넓은 의미에서 디지털 포렌식 도구의 범주에 포함할 수 있지만, 일반 컴퓨터 포렌식 도구와는 상황이 다르다. 일반 컴퓨터는 다양한 작업들을 수행할 수 있도록 설계된 범용 시스템인 반면, 휴대전화를 비롯한 모바일 기기는 고유의 특정 작업을 수행하기 위한 용도로 설계되어 있어 있으므로 CPU, 메모리, 저저장치, 입출력 장치 등이 일반 컴퓨터와는 다른 동작을 하도록 제작되었다. 따라서 일반 디지털 포렌식 도구를 적용하는 것은 불가능하고 모바일 기기를 위한 각각의 전용 포렌식 도구들이 별도로 제작되어 사용되고 있다[3].

국내외 모바일 포렌식 관련 연구를 살펴보면, 김기환 등[2]은 디지털 증거 확보를 위하여 휴대전화에서 디지털 증거를 획득하는 방안을 살펴보고 해쉬 함수를 이용하여 디지털 증거의 무결성을 입증하는 방안을 제안하였다. 이경민[3]은 휴대전화를 중심으로 한 모바일 포렌식의 현황과 문제점을 살펴보고, CDMA 방식의 휴대전화를 포렌식 도구를 사용하지 않고도 분석할 수 있는 방법을 연구하여 포렌식 도구가 지원하지 않는 휴대전화에서 디지털 증거를 수집할 수 있는 새로운 방안을 제시하였다. 미 NIST[4]에서는 휴대전화 포렌식을 위하여 USIM Tools, Handset Tools, Integrated Toolkits의 가이드라인을 제시하고, 디지털 포렌식 수사 관점에서 현장의 보호와 확인, 현장의 기록, 증거 수집, 증거물의 포장, 이송, 보관에 대한 절차와 내용을 정의하였다. Jesse D. Kornblum[5]은 JPEG 양자화 테이블이 디지털 포렌식에 있어 어떻게 적용할 수 있는지를 보였고, 다른 부가적인 정보들과 함께 사용한다면 디지털 증거 자료로 사용할 수 있음을 보여 주었다.

살펴본 바와 같이 휴대전화에 관련한 모바일 포렌식 연구는 데이터 추출 방식, 수사 절차 등을 중심으로 많이 이루어졌으나 휴대전화의 디지털 카메라에 의해 촬영된 사진에 대한 연구는 전무한 실정이다. 본 논문에서는 휴대전화의 디지털 카메라 기능에 초점을 맞추고, 이를 이용하여 촬영된 사진 이미지의 특성을 이용한 휴대전화 증거 분석 방안을 제안한다. 또한, 자체적으로 개발한 도구를 이용한 실험으로 제안 방안이 실제 증거 분석도구로 충분히 활용될 수 있음을 보인다.

2.2 디지털 사진 특성

현재 대부분의 휴대전화는 디지털 카메라 기능을 포함하고 있으며, 누구나 손쉽게 촬영을 하고 저장한 다음 검색할 수 있도록 제작되어 있다. 본 논문에서는 이렇게 촬영된 사진을 "사진 이미지"로 정의한다. 휴대전화에 의해 저장된 대부분의 사진 이미지는 현재 디지털 카메라에서 가장 많이 사용되는 JPEG[6] 포맷을 따른다. 따라서, 디지털 포렌식 관점에서 JPEG 포맷을 분석하여 고유한 특성을 추출하고 분석하는 작업이 선행되어 한다.

JPEG 포맷은 JPEG 압축을 위해 이미지 파일의 교환 정보를 저장하기 위한 표준 방식인 Exif (Exchangeable image file format) 표준을 사용하는데, 대부분 휴대전화 디지털 카메라는 Exif 포맷을 사용하여 JPEG 사진 이미지를 저장하고 있다[7].

2.2.1 JPEG 포맷

현재의 JPEG 기술은 정지 영상에 대해 20:1 이상 압축할 수 있으므로 현재 사용하는 정지 영상 포맷 중 최고의 압축률을 가진다. JPEG의 압축률이 높은 이유는 사진과 같은 자연 영상이 인접한 픽셀 간의 값이 급격하게 변하지 않는다는 속성을 이용하여 사람의 눈에 잘 띄지 않는 정보만 선택적으로 손실시키는 기술을 사용하고 있기 때문이다. 이러한 압축 방법으로 인하여 인접한 픽셀 간의 픽셀 값이 급격히 변하는 컴퓨터 영상, 픽셀 당 컬러 수가 아주 낮은 이진영상이나 16컬러 영상 등은 JPEG으로 압축하게 되면 오히려 압축 효율이 좋지 않을 뿐만 아니라 손실된 부분이 극명하게 보이는 단점이 존재한다. 다양한 응용을 위한 JPEG 압축 알고리즘은 크게 4가지 방식이 있는데, DCT (Discrete Cosine Transform) 압축 방법, 점진적 전송이 가능한 압축 방법 (Progressive DCT-based mode), 계층적 압축 방법 (Hierarchical mode), 비 손실 압축 방법 (Lossless mode)으로 나누어진다[6]. 그림 1은 JPEG 사진 이미지를 16진수 값으로 표현한 예제이다.

2.2.2 Exif 정보

Exif는 디지털 카메라에서 사진 이미지 파일 포맷에 이미지에 대한 상세 정보를 추가하기 위해서 만들어졌다. 현재 JEPG, TIFF Rev. 6.0, RIFF WAVE 등의 포맷들이 지원된다. 포함되는 정보로는 날짜와 시간 정보 (Data and time information), 셔터 스피드, 발광모드 등과 같은 카메라 설정 정보 (Camera settings), 촬영된 지역정보 (Location information), 요약 및 저작권 관련 정보 (Descriptions and Copyright information) 등이다[7]. 현재 Exif는 공식적으로 TIFF와 JPEG만 지원하므로 사진의 원본 이미지인 raw파일에는 Exif 정보를 넣지 못하고, 컬러가 24bit까지 제한되어 있으며, 동영상에는 적용하지

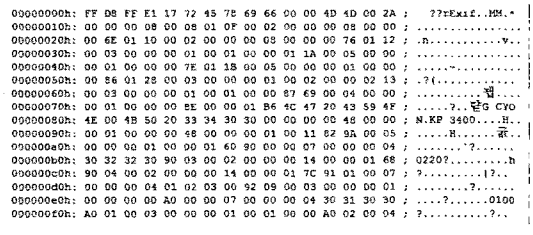

그림 1. JPEG 사진 이미지의 16진수값 예제

표 1. 대표적인 Exif 정보

Exif 정보	크기 (Byte)	의미
Endian	2	바이트 저장 순서(엔디안)
Make	가변	제조사
Model	가변	모델명
Software	가변	펌웨어 버전
Orientation	2	열과 행 위치
Exif IFD Pointer	2	Exif 속성정보 포인터
JPEGInterchangeFormat	2	Thumbnail 시작점
Interoperability IFD	2	상호운영 IFD 정보
MeteringMode	2	측광 방식 모드

못하는 특징을 가진다. 표 1은 디지털 카메라 특성을 반영할 수 있는 대표적인 Exif 정보를 보여준다. 여기서, 휴대전화 카메라에 의해 촬영된 사진의 Exif 정보는 제조사, 모델명, 펌웨어 등의 휴대전화 카메라에 대한 고유한 특성을 포함하여 저장된다. 여기서 착안하여, 휴대전화 카메라의 사진 이미지가 Exif 정보를 포함하고 JPEG으로 저장된 후 불법으로 변조되지 않았다면, Exif 정보를 이용하여 사진 이미지를 촬영한 기기를 유추할 수 있다.

2.3. 사진 특성을 적용한 가중치 계산

본 논문에서는 디지털 사진 특성을 나타내기 위하여 Exif 정보와 JPEG 이미지를 조합한 패턴정보를 사용하여 가중치로 일치여부를 판단한다. 가중치 p는 다음 계산식을 통하여 도출할 수 있다.

$$p = \sum_{i=1}^{n} w \cdot k$$

여기서, n은 본 논문에서 사용하는 패턴정보의 개수로, 현재 사용하는 개수는 $n=11$이다. w는 각 패턴정보에 대한 개별 가중치이고, k는 해당 패턴정보의 요소의 개수를 의미한다. 가중치 p는 사진 특성과 패턴 정보가 모두 일치하는 경우로 100 (Point)가 되도록 구성하였다. 각 패턴정보에 대한 가중치와 개수는 표 2와 같다.

위 패턴정보를 증거분석 방안으로 사용하기 위해서 다음과 같은 방법을 사용하였다. 첫째, Exif 정보는 텍스트로 되어 있고 쉽게 수정이 가능하므로 상대적으로 낮은 가중치를 부여하였고, 둘째, DQT 정보는 전문적인 지식 없이는 수정이 어렵거나 수정한다

표 2. 패턴정보와 가중치

No.	패턴정보	가중치	개별 가중치	개수	의 미
1	Endian	2	2	1	바이트 저장 순서 (엔디안)
2	Make	6	6	1	제조사
3	Model	5	5	1	모델명
4	Software	1	1	1	펌웨어 버전
5	Orientation	2	2	1	열과 행 위치
6	ExifIFDPointer	2	2	1	Exif 속성정보 포인터
7	JPEGInterchangeFormat	1	1	1	Thumbnail 시작점
8	InteroperabilityIFD	1	1	1	상호운영 IFD 정보
9	MeteringMode	1	1	1	측광 방식 모드
10	DQTTable	64	1	64	휘도 테이블
11		15	1	15	색차 테이블
가중치 합계		100	-	88	펌웨어 버전

고 하더라도 사진 변형 여부를 쉽게 알 수 있으므로 높은 가중치를 부여하였다. 특히, 패턴정보에 대한 가중치 계산에서 사진 이미지들의 특성을 분석한 후 휘도 테이블의 경우 64개의 값 모두를 가중치 계산에 적용하지만, 색차 테이블의 경우 실제 사진에서는 잘 사용하지 않는 49개를 제외한 15개의 값만 가중치 계산에 사용한다.

3. 디지털 사진 특성을 이용한 증거 분석 도구

이 장에서는 디지털 사진의 특성을 이용하여 휴대전화의 제작사와 기종을 판별하는 방법과 증거 분석 도구의 구현에 대하여 논의한다. 개발된 증거 분석 도구는 임의의 휴대전화 사진 이미지 파일을 분석하여 휴대전화 기종에 따른 고유의 특성을 추출하고 이에 대한 패턴정보를 데이터베이스화한 후 이를 이용하여 사진 이미지에 존재하는 패턴정보를 인식하여 휴대전화의 기종을 확률적으로 판별한다. 여기서 패턴정보는 "사진 이미지 파일을 이용하여 제조회사와 기기명을 유추하기 위하여 필요한 정보"로 정의하고, Exif 정보와 JPEG 압축 중 DQT 정보를 조합하여 사용한다.

3.1 전체 시스템 구성과 구현 방법

디지털 사진을 이용한 휴대전화 증거 분석 도구는 "이미지 분석 모듈", "확률 산출 모듈", "패턴 저장 모듈" 세 개의 모듈로 나누어 동작하는데, 전체 시스템은 그림 2와 같은 구성을 가진다.

이미지 분석 모듈은 우선 사진 이미지를 확인한 후 JPEG 파일이 아닐 경우 실행되지 않으며, JPEG 파일일 경우 16진 코드를 분석하여 Exif 각 태그별 정보를 출력한다. 이 때 해당 사진 특성 정보는 패턴 저장 절차에서 패턴 저장 모듈로 전달하여 패턴정보를 저장하고, 패턴 비교 절차에서 확률 산출 모듈에서 해당하는 패턴정보를 읽어와서 비교한다. 여기서, 각 태그별 정보 구분은 JPEG 파일 태그 값을 기준으로 하여 Endian 타입에 따라 패턴정보를 저장하고, 이미지 분석 정보를 화면 상에 출력한다. 그림 3은 이러한 동작에 통하여 생성된 사진 이미지 분석 결과를 보여준다.

확률 산출 모듈은 본 증거 분석 도구의 핵심 모듈로써 사용자가 선택한 사진 이미지 파일과 데이터베이스에 저장되어 있는 패턴정보와 비교를 통하여 일치하는 휴대전화 모델과 해당 일치도를 출력한다. 일치도는 각 패턴정보의 가중치에 따라 각각 채점하여

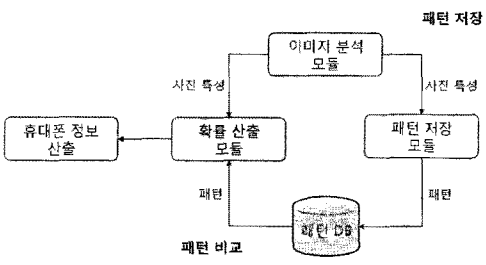

그림 2. 전체 시스템 구성도

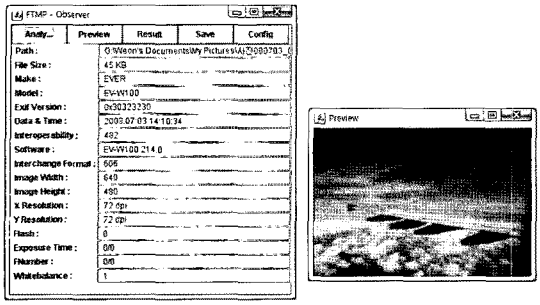

그림 3. 사진 분석 결과 화면

합계를 산출하고, 출력시 높은 점수가 나온 순서대로 1~4순위까지 휴대전화 모델을 보여준다. 그림 4는 사진 이미지에 대한 휴대전화 모델의 일치도 결과를 보여준다.

패턴 저장 모듈은 패턴정보 데이터베이스에 사용자가 분석 요청한 이미지의 휴대전화 모델과 동일 모델이 있는지 확인한 후, 동일 모델이 존재하지 않는다면 새로운 패턴정보로 저장하고, 동일 모델이 존재한다면 해당 패턴정보 파일에 별도의 정보를 추가하여 저장한다. 여기서, 사용되는 패턴정보는 표 1과

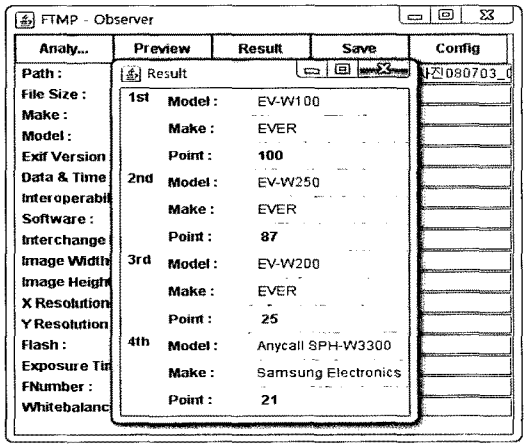

그림 4. 일치도 출력 화면

같은 형태로 구성되고 휴대전화 모델마다 각각 별도의 파일로 저장된다.

3.2 실험 결과

실험을 수행하기 위하여 먼저 4개 제조사의 35개 휴대전화에 대해 패턴 저장 절차에서 패턴정보를 추출하여 데이터베이스화하고, 다음과 같은 조건을 대상으로 증거 분석 도구에 대한 실험을 실시하였다.

- 패턴정보가 존재하지 않는 휴대전화의 사진
- 사진 이미지 내의 Exif 정보 중 제조사 및 모델명을 임의로 수정
- 같은 기종의 휴대전화에서 촬영한 다른 사진
- 같은 기종의 휴대전화에서 액자 효과를 주어 사진 촬영 (촬영 효과 1)
- 같은 기종의 휴대전화에서 백열등 효과를 주어 사진 촬영 (촬영 효과 2)

여기서, 각 사진 이미지를 패턴정보와의 일치 여부를 표 1의 패턴정보를 활용하여 Point 단위로 산정한다. 만약 가중치에 따른 패턴정보가 모두 일치하는 경우 100P가 되는데, 이는 확률적으로 같은 휴대전화 모델로 간주할 수 있다. 구현된 증거 분석 도구의 실험 결과는 표 3과 같다.

특히, 실험 결과 중 "패턴정보 미존재"의 경우와 "사진정보 수정"의 경우는 그림 5와 그림 6과 같다. 패턴정보 미존재 실험의 실험 결과에서는 해당하는 휴대전화의 패턴과 가장 유사한 다른 휴대전화의 패턴을 일치도 순서에 따라 제시한다는 것을 확인할 수 있다. 사진 정보 수정의 실험 결과에서는 임의로 사진 정보를 수정한 경우에도 해당하는 휴대전화의 패턴을 일치도 1순위로 보여준다는 것을 확인할 수 있다.

실험 결과에서 패턴정보 데이터베이스에 해당 이미지의 패턴정보가 존재하지 않으면 대부분이 90Point 이하의 현저하게 낮은 일치도를 보여준다는

표 3. 기종별 비교 결과

실험 방법 / 전화 기종	패턴정보 미존재	사진 정보 수정	같은 기종의 다른 사진	촬영 효과 1	촬영 효과 2
S사 a제품	S사 타제품 89P	S사 a제품 92P	100P	100P	100P
M사 m제품	M사 타제품 84P	M사 m제품 92P	100P	100P	100P
L사 s제품	L사 타제품 94P	L사 s제품 92P	100P	100P	100P
P사 i제품	P사 타제품 89P	P사 I제품 92P	100P	100P	100P

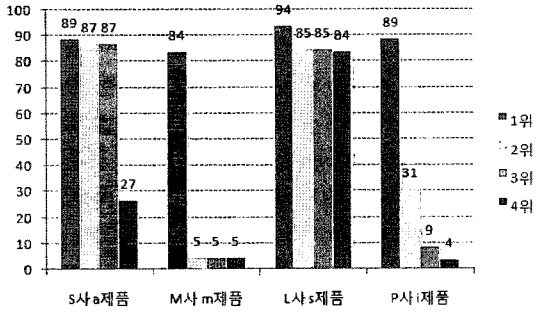

그림 5. 패턴정보 미존재의 경우 실험 결과

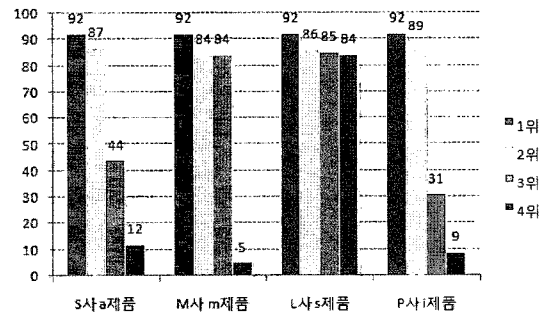

그림 6. 사진정보 수정의 경우 실험 결과

것을 확인할 수 있다. 또한, 하나의 휴대전화 카메라가 여러 개의 패턴을 가질 수 있는 경우를 대비하여 패턴정보의 일치도가 현저하게 낮은 경우, 즉 패턴정보 데이터베이스에 존재하지 않는 휴대전화의 경우라고 판단되면, 패턴정보 데이터베이스에 없는 새로운 휴대전화 모델의 패턴정보로 가정하고 패턴정보 저장을 통해 새로운 휴대전화 모델의 패턴정보를 추가할 수 있도록 구현하였다.

4. 결 론

본 논문에서는 모바일 기기의 대표 제품인 휴대전화를 대상으로 디지털 카메라 기능을 통하여 수집된 사진 이미지를 분석하여 촬영한 휴대전화 기종을 판별하여 증거로 사용가능한 방안을 연구하였다. 본 연구로 제작된 증거 분석 도구는 컴퓨터 및 사진 이미지 파일에 대한 전문적인 지식없이도 쉽게 사용이 가능하도록 구현하였고, 사진 이미지 파일 내의 패턴정보를 정확히 추출하도록 제작하였다. 다양한 실험을 통하여 이미 확보된 패턴정보에 대해서는 휴대전화 제작사 및 모델명 판별이 정확하게 적중하는 것을 확인할 수 있었고 확보되지 않은 패턴정보일지라도 가장 유사한 다른 휴대전화의 패턴정보를 제시하는 것을 확인할 수 있다. 부가적으로 촬영이 이루어진 휴대전화의 기종을 판별해 주는 것만으로 법적인 증거의 효력을 가질 수 있는 법리적인 검토가 필요하며, 사진에 대한 무결성 판정 및 증거 부석 도구 등의 다른 증거 분석 도구와 결합하여 사용하는 경우에 대한 검토도 함께 이루어져야 할 것으로 보인다.

휴대전화를 대상으로 하는 포렌식 분야는 날로 그 중요성이 커짐에도 불구하고 아직까지 증거 수집/분석 기술을 위한 도구들이 미흡한 현실인데, 가장 큰 이유는 최근 사용되는 휴대전화가 제조사마다 파일을 저장하는 방식과 내부 구조가 다르기 때문에 범용적으로 분석하는데 많은 어려움이 존재한다[8]. 또한 정보통신 기술의 발달로 새로운 기술과 디자인을 갖춘 휴대전화가 지속적으로 출시되고 있어 출시된 휴대전화를 분석하여 휴대전화 분석 도구에 즉시 적용해야하는 현실적인 어려움도 존재한다. 그러나, 세계적으로 휴대전화의 사용이 지수적으로 증가하고 이를 이용한 위협 및 범죄 또한 폭발적으로 급증하고 있으므로, 본 연구에서 제안된 휴대전화 사진을 이용한 증거 분석 도구를 통하여 디지털 수사에 증거 효력으로 실질적인 도움을 주고 모바일 포렌식에 대한 수사 절차 정립에 직간접적으로 기여할 것으로 기대된다. 또한, 제안 증거분석 방법에서 보다 많은 휴대전화의 패턴정보를 추가 확보하여 각각의 무결성을 보장하고 실제 구현 측면에서 정확성을 보다 높인다면, 휴대전화 디지털 사진을 이용한 증거 효력을 발휘하여 실제 범죄에서 용의자 대상 축소, 디지털 사진 촬영자의 역추적 등 다양한 분야에 응용될 수 있을 것이다. 특히, 본 연구는 국내외적으로도 포렌식 분야에 새로운 방향을 제시할 수 있는 의미있는 연구로 예상되며, 향후 디지털 데이터를 초점으로 한 포렌식 관련 분야에 다양한 응용 개발과 후속 연구에 기여할 것으로 판단된다.

참 고 문 헌

[1] 경찰청 사이버테러대응센터, http://www.ctrc.go.kr/

[2] 김기환, 박대우, "모바일 포렌식 자료의 추출과 무결성 입증 연구," 한국컴퓨터정보학회논문지, Vol.12, No.6, pp. 177-185, 2007.

[3] 이경민, *모바일 포렌식을 위한 CDMA 휴대전화의 데이터 추출 및 분석에 관한 연구*, 동국대학교, 2007.

[4] NIST, *Guidelines on Cell Phone Forensics*, Recommendations of the National Institute of Standards and Technology, 2007.

[5] Jesse D. Kornblum, "Using JPEG quantization tables to identify imagery processed by software," 2008 Digital Forensic Research Workshop, 2008.

[6] JPEG committee home page, http://www.jpeg.org/

[7] EXIF Specifications home page, http://www.exif.org/

[8] 성진원, 김권엽, 이상진, "국내 휴대전화 포렌식 기술 동향," 정보보호학회지 제18권 제1호, pp. 62-69, 2008.

신 원

2001년 8월 부경대학교 전자계산학과 이학박사

2002월 3월~2005년 1월 (주)안철수연구소 선임연구원

2005년 3월~현재 동명대학교 정보보호학과 조교수

관심분야 : 악성코드 확산, 디지털포렌식, 소프트웨어 보안, 암호 프로토콜 응용